

CAPÍTULO

9

Soldagem, União e Projeto de Junções Permanentes

| | | |
|-------------|---|-----|
| 9-1 | Símbolos de Soldagem | 448 |
| 9-2 | Soldas de Topo e Filete | 450 |
| 9-3 | Tensões em Junções Soldadas sob Torção | 453 |
| 9-4 | Tensões em Junções Soldadas sob Flexão | 458 |
| 9-5 | Resistência de Junções Soldadas | 460 |
| 9-6 | Carregamento Estático | 463 |
| 9-7 | Carregamento de Fadiga | 466 |
| 9-8 | Soldagem de Resistência | 468 |
| 9-9 | Junções Rebitadas e Parafusadas com Porcas Carregadas em Cisalhamento | 469 |
| 9-10 | União por Adesivos | 473 |

9-4 Tensões em Junções Soldadas sob Flexão

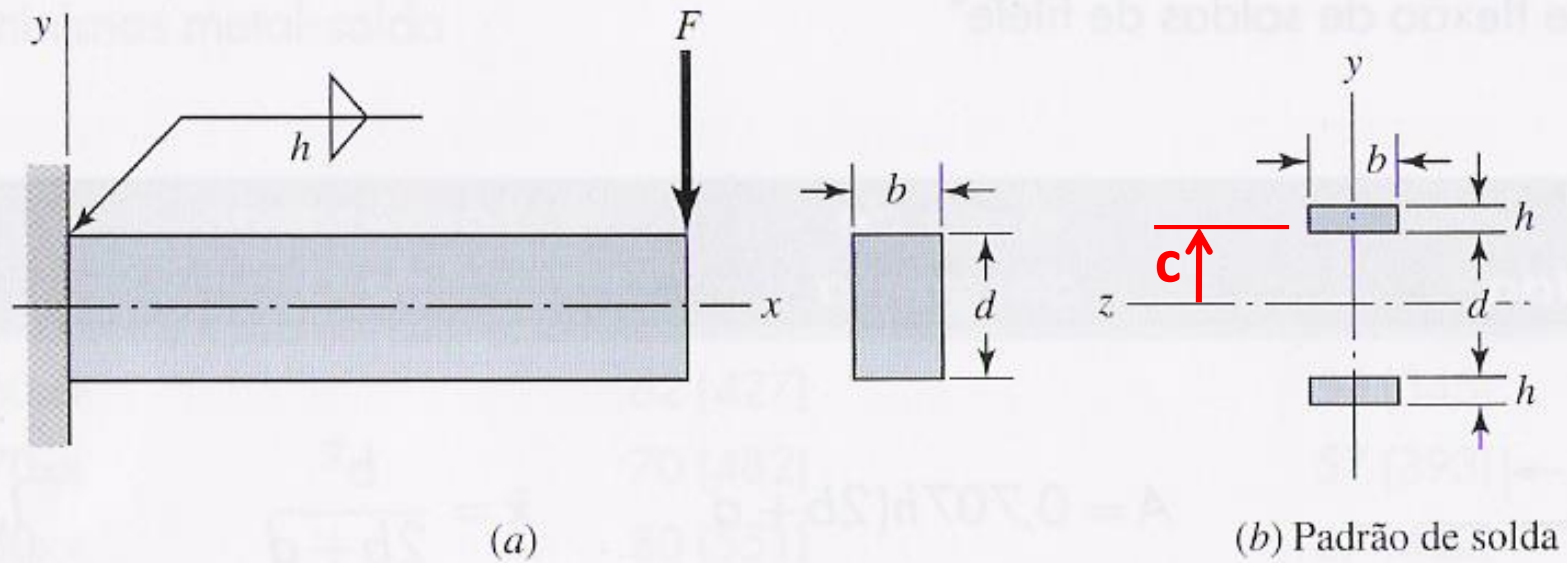

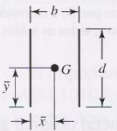
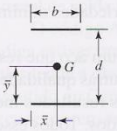
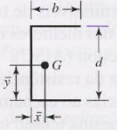
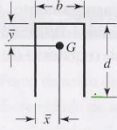
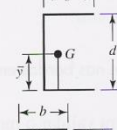
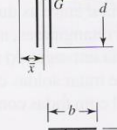
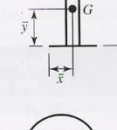



Tabela 9-2 Propriedades de flexão de soldas de filete*

| Solda | Área de garganta | Localização de G | Segundo momento de área unitário |
|---|----------------------|---|--|
|  | $A = 0,707hd$ | $\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^3}{12}$ |
|  | $A = 1,414hd$ | $\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^3}{6}$ |
|  | $A = 1,414hb$ | $\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{bd^2}{2}$ |
|  | $A = 0,707h(2b + d)$ | $\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$ |
|  | $A = 0,707h(b + 2d)$ | $\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$ | $I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$ |
|  | $A = 0,707h(2b + d)$ | $\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$ |
|  | $A = 0,707h(b + 2d)$ | $\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$ | $I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$ |
|  | $A = 1,414h(b + d)$ | $\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$ | $I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$ |
|  | $A = 1,414\pi r$ | | $I_u = \pi r^3$ |

$$\tau = \frac{Mc}{I} = \frac{M(d/2)}{0,707hI_u}$$

9-5 Resistência de Junções Soldadas

Tabela 9-3 Propriedades mínimas metal-solda

| Número de eletrodo AWS* | Resistência à tração | Resistência ao escoamento | Elongação percentual |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| E60xx | 62 (427) | 50 (345) | 17-25 |
| E70xx | 70 (482) | 57 (393) | 22 |
| E80xx | 80 (551) | 67 (462) | 19 |
| E90xx | 90 (620) | 77 (531) | 14-17 |
| E100xx | 100 (689) | 87 (600) | 13-16 |
| E120xx | 120 (827) | 107 (737) | 14 |

* Sistema de numeração de especificação do código da American Welding Society (AWS). O sistema utiliza um E prefixado a um sistema de numeração de 4 a 5 dígitos, no qual os dois ou três primeiros dígitos designam a resistência à tração aproximada. O último dígito inclui variáveis na técnica de soldagem, como o suprimento de corrente. Os dígitos próximos ao último indicam a posição de soldagem, como, por exemplo, plana ou vertical, ou de sobrecabeça. O conjunto completo de especificações pode ser obtido da AWS por meio de requisição.

Tabela 9-4 Tensões permitidas pela norma AISC para metal de solda

| <i>Tipo de carregamento</i> | <i>Tipo de solda</i> | <i>Tensão permissível</i> | <i>n*</i> |
|-----------------------------|----------------------|---------------------------|-----------|
| Tração | Topo | $0,60S_y$ | 1,67 |
| Suporte | Topo | $0,90S_y$ | 1,11 |
| Flexão | Topo | $0,60-0,66S_y$ | 1,52-1,67 |
| Compressão simples | Topo | $0,60S_y$ | 1,67 |
| Cisalhamento | Topo ou filete | $0,30S_{ut}^\dagger$ | |

* O fator de segurança n tem sido computado usando-se a teoria da energia de distorção.

† A tensão de cisalhamento no metal de base não excederá a $0,40S_y$ do metal de base.

Tabela 9-5 Fatores de concentração de tensão de fadiga, K_{fs}

| <i>Tipo de solda</i> | K_{fs} |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Solda de topo reforçada | 1,2 |
| Ponta de solda de filete transversal | 1,5 |
| Extremidade de solda paralela | 2,7 |
| Junção de topo-T com cantos aguçados | 2,0 |

Tabela 9-6 Cargas permanentes permitidas e tamanhos mínimos de solda de filete

Plano A: Carga permitida de vários tamanhos de soldas de filete **Plano B: Tamanho mínimo de solda de filete**

| Nível de resistência do metal de solda | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 60* | 70* | 80 | 90* | 100 | 110* | 120 |
| Tensão de cisalhamento permitida na garganta, ksi (1000 psi) de solda de filete ou solda de entalhe de penetração parcial | | | | | | | |
| $\tau =$ | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,0 | 30,0 | 33,0 | 36,0 |
| Força unitária permitida em solda de filete, kip/in linear | | | | | | | |
| $\dagger f =$ | 12,73h | 14,85h | 16,97h | 19,09h | 21,21h | 23,33h | 25,45h |
| Força unitária permitida para vários tamanhos de soldas de filete kip/in linear | | | | | | | |
| Tamanho de perna, h, in | 12,73 | 14,85 | 16,97 | 19,09 | 21,21 | 23,33 | 25,45 |
| 1 | 12,73 | 14,85 | 16,97 | 19,09 | 21,21 | 23,33 | 25,45 |
| 7/8 | 11,14 | 12,99 | 14,85 | 16,70 | 18,57 | 20,41 | 22,27 |
| 3/4 | 9,55 | 11,14 | 12,73 | 14,32 | 15,92 | 17,50 | 19,09 |
| 5/8 | 7,96 | 9,28 | 10,61 | 11,93 | 13,27 | 14,58 | 15,91 |
| 1/2 | 6,37 | 7,42 | 8,48 | 9,54 | 10,61 | 11,67 | 12,73 |
| 7/16 | 5,57 | 6,50 | 7,42 | 8,35 | 9,28 | 10,21 | 11,14 |
| 3/8 | 4,77 | 5,57 | 6,36 | 7,16 | 7,95 | 8,75 | 9,54 |
| 5/16 | 3,98 | 4,64 | 5,30 | 5,97 | 6,63 | 7,29 | 7,95 |
| 1/4 | 3,18 | 3,71 | 4,24 | 4,77 | 5,30 | 5,83 | 6,36 |
| 3/16 | 2,39 | 2,78 | 3,18 | 3,58 | 3,98 | 4,38 | 4,77 |
| 1/8 | 1,59 | 1,86 | 2,12 | 2,39 | 2,65 | 2,92 | 3,18 |
| 1/16 | 0,795 | 0,930 | 1,06 | 1,19 | 1,33 | 1,46 | 1,59 |

| Espessura do material da parte unida mais espessa, in | Tamanho de solda, in |
|---|----------------------|
| * Até $\frac{1}{4}$ incl. | $\frac{1}{8}$ |
| Acima de $\frac{1}{4}$ Até $\frac{1}{2}$ | $\frac{3}{16}$ |
| Acima de $\frac{1}{2}$ Até $\frac{3}{4}$ | $\frac{1}{4}$ |
| \dagger Acima de $\frac{3}{4}$ Até $1\frac{1}{2}$ | $\frac{5}{16}$ |
| Acima de $1\frac{1}{2}$ Até $2\frac{1}{4}$ | $\frac{3}{8}$ |
| Acima de $2\frac{1}{4}$ Até 6 | $\frac{1}{2}$ |
| Acima de 6 | $\frac{5}{8}$ |

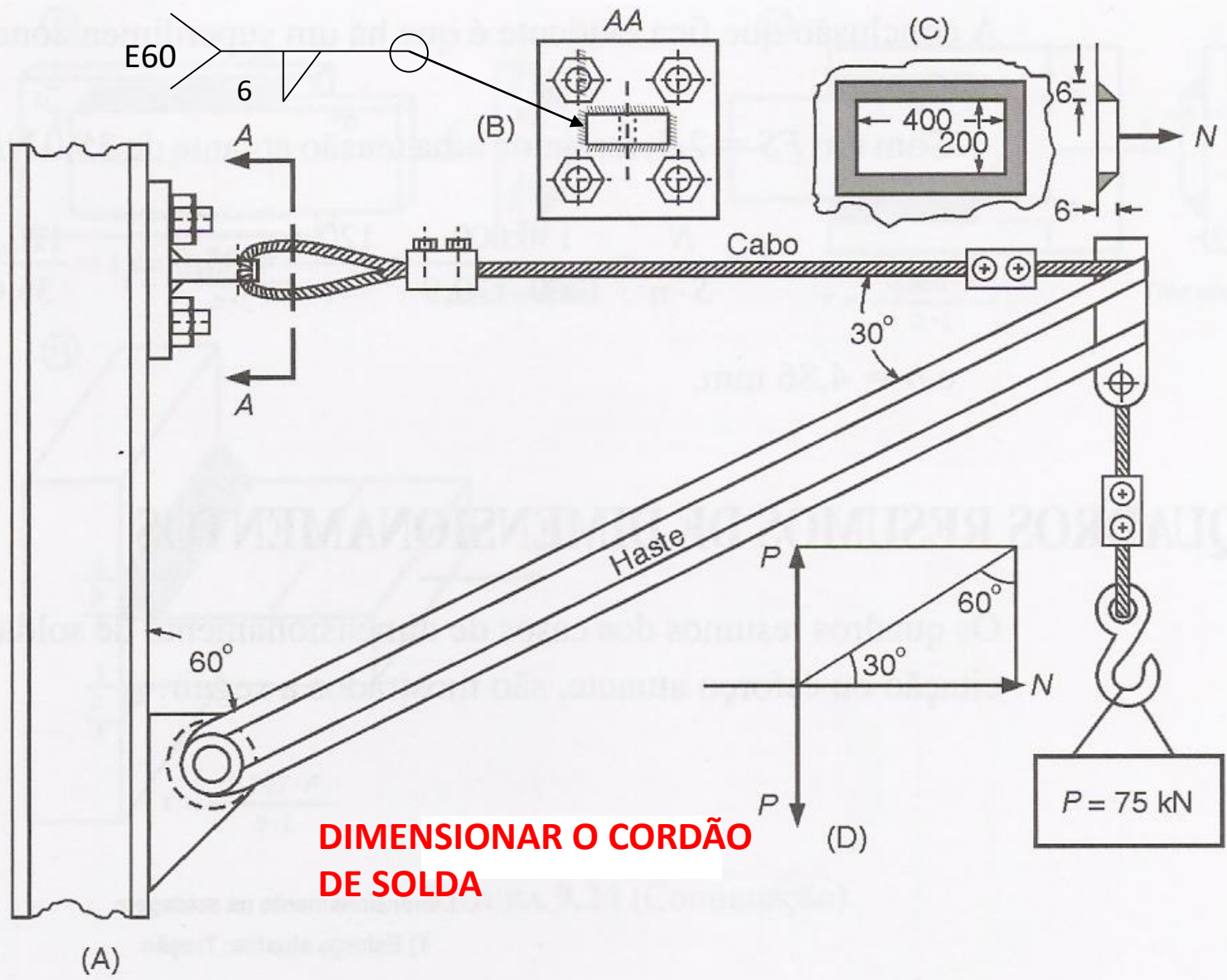
Não exceder à espessura da parte mais fina.
 * O tamanho mínimo para aplicação em pontes não desce abaixo de $\frac{3}{16}$ in.
 \dagger Para um tamanho mínimo de solda de filete, o plano não vai acima de $\frac{5}{16}$ in de solda de filete para cada $\frac{3}{4}$ in de material.

* Soldas de filete realmente ensaiadas pelo Comitê de Trabalho Conjunto AISC-AWS.
 $\dagger f = 0,707h\tau_{all}$.

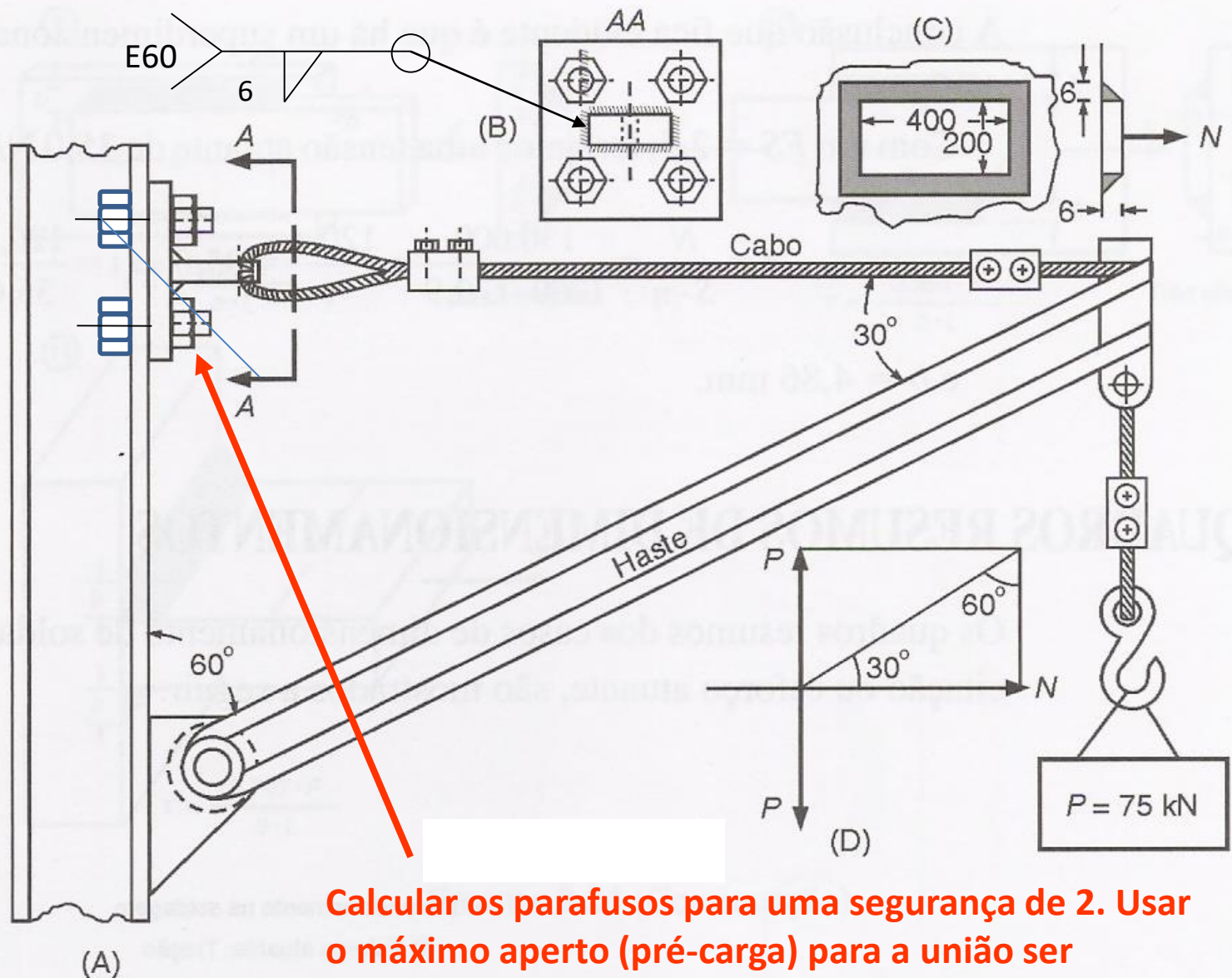
Tabela A-20

Resistências determinísticas da ASTM mínimas de tração e escoamento para aços laminados a quente (HR) e repuxados a frio (CD) [As resistências listadas são valores mínimos estimados da ASTM no intervalo de medida de 18 a 32 mm ($\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ in). Essas resistências são apropriadas para uso com o fator de projeto definido na Seção 1-10, provido que os materiais conformem aos requisitos da ASTM A6 ou A568 ou são requeridos em especificações de compra. Lembre-se de que um sistema de numeração não é uma especificação. Veja a Tabela A-1 para alguns aços da ASTM]

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------|------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------|----------------|
| UNS nº | Nº SAE e/ou AISI | Processamento | Resistência à tração MPa (kpsi) | Resistência ao escoamento MPa (kpsi) | Alongamento em 2 in, % | Redução em área, % | Dureza Brinell |
| G10060 | 1006 | HR | 300 (43) | 170 (24) | 30 | 55 | 86 |
| | | CD | 330 (48) | 280 (41) | 20 | 45 | 95 |
| G10100 | 1010 | HR | 320 (47) | 180 (26) | 28 | 50 | 95 |
| | | CD | 370 (53) | 300 (44) | 20 | 40 | 105 |
| G10150 | 1015 | HR | 340 (50) | 190 (27,5) | 28 | 50 | 101 |
| | | CD | 390 (56) | 320 (47) | 18 | 40 | 111 |
| G10180 | 1018 | HR | 400 (58) | 220 (32) | 25 | 50 | 116 |
| | | CD | 440 (64) | 370 (54) | 15 | 40 | 126 |
| G10200 | 1020 | HR | 380 (55) | 210 (30) | 25 | 50 | 111 |
| | | CD | 470 (68) | 390 (57) | 15 | 40 | 131 |
| G10300 | 1030 | HR | 470 (68) | 260 (37,5) | 20 | 42 | 137 |
| | | CD | 520 (76) | 440 (64) | 12 | 35 | 149 |
| G10350 | 1035 | HR | 500 (72) | 270 (39,5) | 18 | 40 | 143 |
| | | CD | 550 (80) | 460 (67) | 12 | 35 | 163 |
| G10400 | 1040 | HR | 520 (76) | 290 (42) | 18 | 40 | 149 |
| | | CD | 590 (85) | 490 (71) | 12 | 35 | 170 |
| G10450 | 1045 | HR | 570 (82) | 310 (45) | 16 | 40 | 163 |
| | | CD | 630 (91) | 530 (77) | 12 | 35 | 179 |
| G10500 | 1050 | HR | 620 (90) | 340 (49,5) | 15 | 35 | 179 |
| | | CD | 690 (100) | 580 (84) | 10 | 30 | 197 |
| G10600 | 1060 | HR | 690 (100) | 370 (54) | 12 | 30 | 201 |



DIMENSIONAR O CORDÃO DE SOLDA



Calcular os parafusos para uma segurança de 2. Usar o máximo aperto (pré-carga) para a união ser desmontável.